

Фотодетекторы для прецизионного измерения мощности излучения светодиодов

Татьянко Д.Н.

*Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины
261085, г. Харьков, ул. Академика Проскуры, 12, тел.: 38 057 720 33 71
e-mail: tatyanko@ukr.net, tatyanko@ire.kharkov.ua*

Введение

Широкое применение светодиодов в науке и технике требует современного метрологического обеспечения данного вида источников оптического излучения. Одним из примеров применения светодиодов являются средства измерительной техники (СИТ) для работы на волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС). Многие ведущие производители СИТ для ВОЛС используют в оптических тестерах и источниках оптического излучения наряду с лазерными источниками и светодиоды. Примерами могут служить прецизионные оптические тестеры моделей FOT-300-12D, FOT-600-12D и FOT-930-12D (компания EXFO, Канада), оптические тестеры моделей FOD1203A/B (КБ волоконно-оптических приборов, Россия) и другие.

Отличительной особенностью светодиодов от лазерных источников излучения, в частности, от полупроводниковых лазеров, является большая спектральная ширина излучения светодиодов. Например, ширина спектра светодиодов, используемых в оптических тестерах FOT-930-12D равна 135 нм, тогда, как ширина спектра полупроводниковых лазеров составляет единицы нанометров. Большой диапазон спектра излучения поднимает проблему детектирования мощности излучения светодиодов.

Наибольшее распространение среди детекторов оптического излучения получили полупроводниковые фотодиоды. Но недостатком фотодиодов является нелинейность (в общем случае) спектральной чувствительности.

В пределах спектра излучения полупроводникового лазера, составляющего единицы нанометров, спектральная чувствительность фотодиода практически не изменяется. Но в пределах ширины спектра светодиодов изменение чувствительности фотодиода заметно меняется (1-5 дБм). Причем, это изменение носит нелинейный характер. Таким образом, различные составляющие спектра светодиода детектируются с разной чувствительностью. Это затрудняет прецизионные измерения мощности излучения светодиодов. Для решения этой проблемы необходим спектрально “предсказуемый” детектор с хорошей линейностью спектральной характеристики.

Трап детекторы оптического излучения

Спектральная чувствительность фотодиода зависит от длины волны излучения и от коэффициента отражения поверхности фотодиода, который является нелинейной характеристикой. Минимизировав коэффициент отражения, можно добиться максимальной линейности спектральной

чувствительности. Для снижения влияния нелинейной составляющей предлагается уменьшать коэффициент отражения датчика оптического излучения за счет использования так называемого трап детектора.

Впервые трап-детектор был предложен и описан Залевским и Дудой в 1983 году. Он состоит из четырех расположенных последовательно фотодиодов. При этом луч, отражаясь от каждого фотодиода, попадает на последующий фотодиод и, отразившись от последнего в цепочке фотодиода, направляется на предыдущий фотодиод, таким образом, возвращаясь в систему фотодиодов.

За счет многократного попадания луча на фотодиоды внутри трап детектора, практически все оптическое излучение поглощается, следовательно, уменьшается общий коэффициент отражения детектора. Уменьшение коэффициента отражения, значительно улучшает линейность спектральной чувствительности трап детектора по сравнению с отдельными фотодиодами. Благодаря этому упрощается измерение мощности излучения светодиодов. Нет необходимости знать значение чувствительности каждой спектральной составляющей внутри спектра излучения светодиода, а достаточно знать только наклон кривой спектральной чувствительности.

Новая модель трап детектора

Для уменьшения коэффициента отражения фотодетекторов, рассмотренных выше, предлагается новая модель трап детектора, представленная на рис.1, которая обладает большим количеством переотражений оптического луча в структуре детектора.

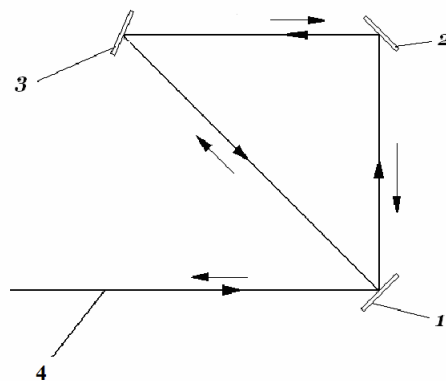


Рис.1 – Новая модель трап детектора на базе трех фотодиодов

В данной конфигурации, построенной на трех фотодиодах, луч 4 падает на фотодиод 1 и далее отражается на фотодиоды 2 и 3. Фотодиод 3 отражает луч не обратно на фотодиод 2, как в известных конфигурациях трап детекторов, а переотражает луч на фотодиод 1. Луч, при этом, падает на фотодиод 1 по нормали и затем возвращается обратно в систему фотодиодов, переотражаясь от фотодиода 1 на фотодиод 3 и далее на фотодиоды 2 и 1.

В известных схемах из трех фотодиодов луч переотражается 5 раз, а в предлагаемой схеме - 7 раз. Таким образом, в классической схеме происходит $2N-1$ переотражение, а в предлагаемой схеме $2N+1$ переотражение, где N – количество фотодиодов в трап-детекторе.

Выводы

Таким образом, использование трап детекторов обеспечивает хорошую линейность спектральной чувствительности датчика в границах спектра излучения светодиода при измерении оптической мощности.

Предложена новая модель трап детектора, преимуществом которой является большее количество переотражений излучения внутри детектора. В результате чего, большая часть мощности излучения поглощается фотодиодами, т.е. минимизируется коэффициент отражения детектора.

Благодаря вышесказанному увеличивается точность и улучшается линейность фотодетектора, что позволяет использовать трап детекторы для прецизионных измерений мощности не только лазерного излучения, но и излучения светодиодов.